

**19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT**

**Patentschrift**  
**DE 101 39 499 C 1**

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>:  
**F 16 B 11/00**  
 F 16 K 15/02  
 F 16 K 15/04  
 F 16 L 13/02  
 F 16 K 27/00

**DE 101 39 499 C 1**

**②1** Aktenzeichen: 101 39 499.3-12  
**②2** Anmeldetag: 10. 8. 2001  
**④3** Offenlegungstag: –  
**④5** Veröffentlichungstag  
 der Patenterteilung: 13. 3. 2003

**Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden**

**Patentinhaber:**  
Lucas Automotive GmbH, 56070 Koblenz, DE

**7A Vertreter:**  
**WUESTHOFF & WUESTHOFF Patent- und  
Rechtsanwälte, 81541 München**

**(72) Erfinder:**  
**Warsakis, Thanassis, 56072 Koblenz, DE**

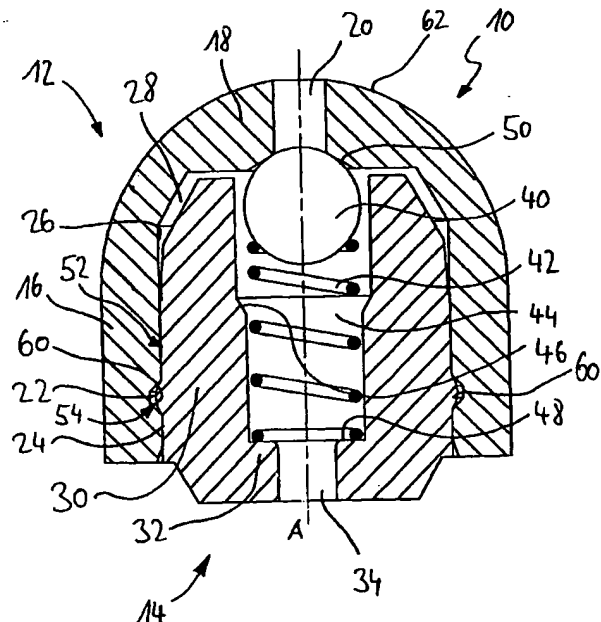
⑤⑥ Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
gezogene Druckschriften:

DE	195	13	604	A1
DE	42	39	362	A1
DE	35	20	352	A1
US	61	16	273	A
EP	02	68	520	A2
WO	00	47	363	A1

**BA Bauteilverbund, insbesondere Ventil, und Verfahren zur Herstellung desselben**

Die Erfindung betrifft ein Ventil (10) sowie ein Verfahren zum Herstellen des Ventils.

Das Ventil umfasst ein inneres Bauteil (14) in Gestalt eines Käfigs sowie ein das innere Bauteil (14) radial außen umgebendes äußeres Bauteil (12) in Form eines Ventilkörpers, wobei das innere Bauteil (14) zumindest radial außen aus einem Material mit einem ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten und das äußere Bauteil (12) zumindest radial innen aus einem Material mit einem zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten, der kleiner ist als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient, gefertigt ist, wobei das äußere Bauteil (12) radial innen mindestens eine, dem inneren Bauteil (14) zugewandten Innendruckmessererweiterung (22) besitzt und wobei das innere Bauteil (14) einerseits mittels eines Presssitzes (52) und andererseits mittels eines Formschlusses (54), der durch ein Fließen des inneren Bauteils (14) in die Innendruckmessererweiterung (22) des äußeren Bauteils (12) ausgebildet ist, mit dem äußeren Bauteil (12) verbunden ist.



[0001] Die Erfindung betrifft ein Ventil, mit einem inneren Bauteil und einem das innere Bauteil radial außen umgebenden äußeren Bauteil, wobei die beiden Bauteile mittels eines Presssitzes miteinander verbunden sind. Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Herstellung des Ventils.

[0002] Bei einem derartigen Bauteilverbund muss eine sichere Verbindung zwischen dem inneren Bauteil und dem äußeren Bauteil häufig über einen weiten Temperaturbereich hinweg und auch im Fall betriebsbedingter Erschütterungen oder Vibrationen gewährleistet sein. Zur Verhinderung eines unbeabsichtigten LöSENS der beiden Bauteile ist es daher in der Regel erforderlich, zum Ausbilden des Presssitzes das innere Bauteil mit vergleichsweise hohen Kräften in das äußere Bauteil einzupressen. Aufgrund der hohen Einpresskräfte kommt es bei der Ausbildung des Presssitzes jedoch häufig zu Beschädigungen eines der Bauteile oder sogar beider Bauteile. Derartige Beschädigungen werden teilweise in Kauf genommen, da geringere Einpresskräfte mit der Gefahr eines unbeabsichtigten LöSENS der beiden Bauteile verbunden wären.

[0003] Anstatt mittels eines Presssitzes könnte das innere Bauteil auch mittels einer anderen Verbindungstechnik an dem äußeren Bauteil befestigt werden. So könnte beispielsweise daran gedacht werden, am inneren Bauteil Schnappelemente vorzusehen, welche zur Befestigung des inneren Bauteils am äußeren Bauteil mit korrespondierenden Ausnehmungen des äußeren Bauteils in Eingriff gebracht werden. Eine derartige Lehre ist der DE 35 20 352 A1 zu entnehmen. Gemäß diesem Dokument wird zur Ausbildung eines Haltekäfigs für ein Schließglied ein Bodenteil mit einem Ventilgehäuse verbunden. Das Bodenteil ist radial außen mit einer Mehrzahl von Schnappzungen versehen, welche mit einer radial innen am Ventilgehäuse ausgebildeten Ringnut in Eingriff gebracht werden. Der Haltekäfig kann aus Kunststoff gefertigt sein.

[0004] Auch derartige Schnappverbindungen sind jedoch mit Nachteilen behaftet. So können beim in Eingriff bringen der Schnappelemente Verunreinigungen in Gestalt von abgescherten Spänen entstehen, welche die Funktion des Bauteilverbunds nachhaltig beeinträchtigen. Bei Ventilen beispielsweise können sich die Späne im Bereich zwischen einem Ventilsitz und einem Ventilelement ablagern und zu Undichtigkeiten führen. Aus diesem Grund, und aus anderen Gründen, erscheint es daher oftmals vorteilhaft, das Verbindungskonzept eines Presssitzes beizubehalten.

[0005] In der DE 42 39 362 A1 wird Kaltfließpressen für die Herstellung eines Haltekäfigs für ein Schließelement eines Ventils vorgeschlagen. In der EP 0 268 520 A2 wird als geeignete Verbindungstechnik für die Herstellung eines Haltekäfigs Kleben oder Schweißen erwähnt. In dieser Hinsicht sei schließlich noch auf die US 6 116 273 A hingewiesen.

[0006] Aus der DE 195 13 604 A1 ist ein Verfahren zum Verbinden zweier Rohre mittels Diffusionsschweißens bekannt. Gemäß diesem Verfahren werden die zwei zu verbindenden metallischen Rohre erhitzt und zusammengepresst. Im Bereich der entstehenden Verbindungsstelle wird ein als Stützhülse dienendes metallisches Rohrstück befestigt. Das als Stützhülse dienende Rohrstück kann an seiner Fügestelle Nuten bzw. Rillen aufweisen, in welche das von diesem Rohrstück umgebene Rohr hineingepresst wird.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ventil sowie ein Verfahren zum Fertigen des Ventils anzugeben, bei welchen zwischen einem inneren Bauteil und einem äußeren Bauteil ein Presssitz ausgebildet wird, wobei aber die inhärenten Nachteile des Presssitzes nicht oder nur vermindert auftreten.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch ein Ventil mit den Merkmalen des Patentanspruchs 1 und ein Verfahren zum Fertigen des Ventils mit den Merkmalen des Patentanspruchs 13 gelöst.

5 [0009] Die erfindungsgemäße Kombination von Presssitz und Formschluss hat den Vorteil, dass die zum Ausbilden des Presssitzes erforderlichen Einpresskräfte deutlich reduziert werden können und der Bauteilverbund trotzdem aufgrund der zusätzlichen formschlüssigen Verbindung zwischen innerem und äußerem Bauteil eine hervorragende Stabilität aufweist.

[0010] Um ein unbeabsichtigtes Lösen der formschlüssigen Verbindung zwischen dem inneren und dem äußeren Bauteil, d. h. beispielsweise ein Herausziehen des inneren Bauteils aus dem äußeren Bauteil, zu verhindern, ist die mindestens eine Innendurchmessererweiterung zweckmäßigerweise zumindest in Abschnitten von Bereichen mit geringerem Innendurchmesser umgeben. So kann das äußere Bauteil radial innen einen in Einpressrichtung bereichsweise zunehmenden Innendurchmesser besitzen. Dies ist z. B. dann der Fall, wenn die mindestens eine Durchmessererweiterung eine in Richtung des Innenumfangs des äußeren Bauteils verlaufende, bereichsweise ausgebildete oder vollständig umlaufende Nut ist. Anstatt nutartiger Innendurchmessererweiterungen oder zusätzlich zu nutartigen Innendurchmessererweiterungen können auch anders geformte Innendurchmessererweiterungen zum Einsatz gelangen. So kann daran gedacht werden, Innendurchmessererweiterungen in Gestalt von Bohrungen vorzusehen, welche eine Wandung des äußeren Bauteils durchsetzen. Die einzelnen Innendurchmessererweiterungen können relativ zueinander bezüglich einer Längsachse des äußeren Bauteils, d. h. in axialer Richtung, versetzt angeordnet sein.

[0011] Das innere Bauteil und/oder das äußere Bauteil können in Umfangsrichtung eine nicht-geschlossene, beispielsweise geschlitzte oder mit Durchbrechungen versehene Kontur besitzen. Aus Stabilitätsgründen ist jedoch eine vollständig oder zumindest weitestgehend geschlossene Kontur bevorzugt. Das innere und/oder das äußere Bauteil können im Wesentlichen zylindrisch oder ringförmig ausgebildet sein. Es ist aber auch möglich, konische, topfförmige, usw. Bauteile vorzusehen. Das innere und/oder das äußere Bauteil besitzen vorzugsweise einen kreisringförmigen Querschnitt. Andere Querschnitte sind jedoch gleichfalls denkbar. So ist es möglich, innere und/oder äußere Bauteile mit im Wesentlichen dreieckigem, viereckigem, ovalem, usw. Querschnitt vorzusehen.

[0012] Das innerer Bauteil kann coaxial oder außermittig bezüglich des äußeren Bauteils angeordnet sein. Eine besonders stabile Verbindung von innerem und äußerem Bauteil ist bei einer coaxialen Anordnung gewährleistet.

[0013] Wie bereits erwähnt, weist das äußere Bauteil einen geringeren thermischen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  als das innere Bauteil auf. Der Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  eines festen Stoffes ist definiert durch die Beziehung

$$\frac{\Delta l}{l} = \alpha \cdot \Delta T$$

60 [0014] Der Ausdehnungskoeffizient  $\alpha$  ist also der Proportionalitätsfaktor zwischen der temperaturdifferenzinduzierten relativen Verlängerung  $\Delta l/l$  und der Temperaturdifferenz  $\Delta T$ .

[0015] Der Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_a$  des äußeren Bauteils ist vorzugsweise geringer als ca.  $12 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$  und liegt insbesondere in einer Größenordnung von ca.  $10 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ . Der Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_i$  des inneren Bauteils ist vorzugsweise größer als ca.  $13 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$  und

liegt insbesondere in einer Größenordnung von ca.  $14 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ . Das äußere Bauteil ist zumindest radial innen aus Metall gefertigt und das innere Bauteil zumindest radial außen aus Kunststoff.

[0016] Das äußere Bauteil ist ein Ventilkörper, welcher innen und/oder außen einen Ventilsitz aufweist. Das Ventil kann weiterhin ein mit diesem Ventilsitz zusammenwirkendes Ventilelement umfassen. Es kann daran gedacht werden, das Ventilelement mittels eines elastischen Elements gegen den Ventilsitz vorzuspannen. Wenn der Ventilsitz im Inneren des Ventilkörpers ausgebildet ist, kann das innere Bauteil die Gestalt eines Käfigs haben, wobei sich das elastische Element einerseits am Käfig und andererseits am Ventilelement abstützt.

[0017] Zur Fertigung des erfindungsgemäßen Ventils werden in einem ersten Schritt die beiden Bauteile durch Einpressen des inneren Bauteils in das äußere Bauteil miteinander verbunden. Es wird also zunächst der Presssitz ausgebildet. In einem zweiten Schritt erfolgt das Ausbilden der formschlüssigen Verbindung. Dies geschieht durch Erwärmen der beiden mittels des Presssitzes verbundenen Bauteile derart, dass das innere Bauteil zumindest bereichsweise in die Innendurchmessererweiterung des äußeren Bauteils fließt. Dieses Fließen wird synergistisch unterstützt durch den bereits vorher ausgebildeten Presssitz, so dass das Ventil nicht übermäßig stark erwärmt werden muss.

[0018] Das Erwärmen der verbundenen Bauteile zum Ausbilden des Formschlusses erfolgt vorteilhafterweise im Rahmen der Inbetriebnahme des Ventils, also dann, wenn das Ventil zum ersten Mal auf Betriebstemperatur gebracht wird. Die für das Ausbilden des Formschlusses erforderliche Erwärmung des Ventils kann von einem erwärmten fluiden Medium induziert sein, mit welchem das Ventil beaufschlagt wird. Zweckmäßigerweise liegt die Betriebstemperatur des Ventils über  $70^\circ\text{C}$  und vorzugsweise über  $80^\circ\text{C}$ . Anstatt den Formschluss erst während der Inbetriebnahme des Ventils auszubilden, kann auch daran gedacht werden, einen separaten Erwärmungsschritt vor der eigentlichen Inbetriebnahme vorzusehen.

[0019] Die Einpresskraft sollte in Abhängigkeit von den Materialien des inneren und äußeren Bauteils einerseits derart gering gewählt werden, dass der Presssitz beschädigungslos ausgebildet wird. Andererseits sollte die Einpresskraft ausreichend hoch gewählt werden, um in einem unteren Temperaturbereich, welcher vorzugsweise unter  $80^\circ\text{C}$  und insbesondere unter  $70^\circ\text{C}$  liegt, einen sicheren Presssitz zu gewährleisten. Für den oben erläuterten Fall, dass die Verbindung zwischen den inneren und dem äußeren Bauteil zusätzlich von einem unter Vorspannung stehenden elastischen Element belastet wird, muss die Einpresskraft entsprechend gesteigert werden. Gemäß einer bevorzugten Ausführungsform sind die Charakteristika des Presssitzes und des Formschlusses derart gewählt, dass in einem Temperaturbereich von  $-40^\circ\text{C}$  bis  $125^\circ\text{C}$  eine zuverlässige Verbindung zwischen den inneren und dem äußeren Bauteil gewährleistet wird.

[0020] Weitere Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung eines Ausführungsbeispiels sowie aus den Figuren. Es zeigt:

[0021] Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Ventils vor dem Zusammenbau;

[0022] Fig. 2 das Ventil gemäß Fig. 1 in teilmontiertem Zustand nach dem Ausbilden eines Presssitzes; und

[0023] Fig. 3 das Ventil gemäß Fig. 2 nach dem Erwärmen und Ausbilden eines Formschlusses.

[0024] In Fig. 1 ist ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Ventils 10 in nicht montiertem Zustand dargestellt. Das Ventil 10 umfasst als äußeres Bauteil einen

Ventilkörper 12 und als inneres Bauteil einen Federkäfig 14. [0025] Der aus Stahl ( $\alpha_s = 10 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ ) gefertigte Ventilkörper 12 besitzt einen hohlzylindrischen Abschnitt 16, welcher in Einführrichtung des Federkäfigs 14 in den Ventilkörper 12 in einen kalottenförmigen Abschnitt 18 übergeht. Im kalottenförmigen Abschnitt 18 ist entlang einer Längsachse A des Ventils 10 eine zylindrische Durchtrittsöffnung 20 ausgebildet.

[0026] Der Ventilkörper 12 besitzt radial innen im Bereich des zylindrischen Abschnitts 16 eine durchgehende, in Umfangsrichtung verlaufende Innendurchmessererweiterung in Form einer trapezförmigen Nut 22. Die Nut 22 ist zwischen zwei Abschnitten 24, 26 des Ventilkörpers 12 mit im Vergleich zur Nut 22 reduziertem Innendurchmesser angeordnet. Derjenige Abschnitt 26, welcher der Durchtrittsöffnung 20 zugewandt ist, mündet in einen konischen Abschnitt 28 mit in Einpressrichtung abnehmendem Innendurchmesser.

[0027] Koaxial zum Ventilkörper 12 ist der aus Kunststoff ( $\alpha_k = 14 \cdot 10^{-6} \cdot \text{K}^{-1}$ ) gefertigte Federkäfig 14 angeordnet. Der Federkäfig 14 besitzt einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt 30, welcher auf seiner dem Ventilkörper 12 abgewandten Seite von einem Innenflansch 32 abgeschlossen ist. Der Innenflansch 32 verschließt den Federkäfig 30 an seiner dem Ventilkörper 12 abgewandten Seite jedoch nicht vollständig, sondern lässt eine sich entlang der Längsachse A erstreckende Durchtrittsöffnung 34 offen.

[0028] Das in Fig. 1 dargestellte Ventil 10 umfasst weiterhin ein Ventilelement in Gestalt einer Kugel 40 sowie ein elastisches Element in Form einer Schraubenfeder 42. Im montierten Zustand des Ventils 10 sind die Kugel 40 und die Schraubenfeder 42 beide in einer zentralen Aufnahmeöffnung 44 des Federkäfigs 14 angeordnet. Die Aufnahmeöffnung 44 besitzt einen entgegen der Einpressrichtung stufenartig abnehmenden Innendurchmesser, wobei eine Stufe 46 in Gestalt eines konischen Abschnittes die axiale Beweglichkeit der Kugel 40 entgegen der Einpressrichtung begrenzt.

[0029] Im montierten Zustand des Ventils 10 stützt sich die Schraubenfeder 42 einerseits an einer dem Ventilkörper 12 zugewandten Stirnfläche 48 des Innenflansches 32 und andererseits an der Kugel 40 ab. Die Kugel 40 wird dabei von der Schraubenfeder 42 in Betätigungsrichtung gegen einen auf der Innenseite des kalottenförmigen Abschnitts 18 des Ventilkörpers 12 ausgebildeten und in die Durchtrittsöffnung 20 mündenden Ventilsitz 50 elastisch vorgespannt.

[0030] In Fig. 2 ist das Ventil 10 im teilmontierten Zustand abgebildet. Im teilmontierten Zustand ist der Federkäfig 14 in den Ventilkörper 12 eingepresst. Die hierfür erforderliche Einpresskraft hängt von der Formgebung des Außenumfangs des Federkäfigs 14 sowie der Formgebung des Innendurchmessers des Ventilkörpers 12 ab. Im vorliegenden Fall wurden Ventilkörper 12 und Federkäfig 14 derart ausgelegt, dass die zum Ausbilden eines Presssitzes 52 erforderliche Einpresskraft bei Temperaturen von unterhalb  $80^\circ\text{C}$  stets eine sichere Verbindung von Federkäfig 14 und Ventilkörper 12 gewährleistet. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass die Einpresskraft auf jeden Fall höher als die Rückstellkraft der komprimierten Schraubenfeder 42 gewählt werden muss.

[0031] Im Anschluss an das Ausbilden des Presssitzes 52 muss eine formschlüssige Verbindung zwischen dem Federkäfig 14 und dem Ventilkörper 12 hergestellt werden. Das Ausbilden des Formschlusses erfolgt jedoch nicht bereits bei der Produktion des Ventils 10, sondern erst bei dessen erster Inbetriebnahme, d. h. erst in eingebautem Zustand. Das Ventil 10 wird also in der in Fig. 2 dargestellten Montagesstellung geliefert und eingebaut.

[0032] Bei der ersten Inbetriebnahme des Ventils 10 wird

das Ventil 10 mit einem fluiden Medium mit einer Temperatur von 80°C beaufschlagt bzw. durchströmt. Dabei erwärmt sich das Ventil 10 ebenfalls auf eine Betriebstemperatur von 80°C. Aufgrund dieser Erwärmung des Ventils 10 kommt es zu einer Ausdehnung sowohl von Ventilkörper 12 als auch von Federkäfig 14. Da jedoch der thermische Ausdehnungskoeffizient  $\alpha_i$  des Federkäfigs 14 größer ist als derjenige des Ventilkörpers 12, dehnt sich der Federkäfig 14 stärker aus als der Ventilkörper 12. Infolge dieses unterschiedlichen Ausdehnungsverhaltens fließt das Kunststoffmaterial des Federkäfigs 14 bereichsweise in die Nut 22 des Ventilkörpers 12. Es bildet sich daher eine formschlüssige Verbindung 54 zwischen dem Federkäfig 14 und dem Ventilkörper 12 aus.

[0033] Dieser Sachverhalt ist in Fig. 3 dargestellt. Deutlich zu erkennen sind die auf die unterschiedlichen Wärmeausdehnungskoeffizienten bzw. das Fließverhalten des Materials des Federkäfigs 14 zurückzuführenden Wölbungen 60 im Bereich des Außenumfangs des Federkäfigs 14. Die Wölbungen 60 greifen formschlüssig in die Nut 22 des Ventilkörpers 12 ein und bleiben auch nach dem Abkühlen des Ventils 10 auf Umgebungstemperatur erhalten. Im Anschluss an die erste Inbetriebnahme des Ventils 10 ist damit das erfindungsgemäße Ventil hergestellt.

[0034] Bei dem in Fig. 3 dargestellten Ventil 10 handelt es sich um ein Rückschlagventil. Ein Öffnen des Ventils 10, d. h. ein Abheben der Kugel 40 von dem Ventilsitz 50, kann entweder mittels eines Vordrucks oder mittels einer durch die Durchtrittsöffnung 20 ragenden und mit der Kugel 40 zusammenwirkenden Kolbenstange erfolgen. Die äußere Oberfläche 62 des kalottenförmigen Bereichs 18 des Ventilkörpers 12 kann als weiterer Ventilsitz fungieren. Das Ventil 10 kann daher in komplexen Fluidik-Steuersystemen, beispielsweise im Bereich einer Fahrzeugbremsanlage, zum Einsatz gelangen.

#### Patentansprüche

1. Ventil (10), mit einem inneren Bauteil (14), das zumindest radial außen aus Kunststoff gefertigt ist, und einem das innere Bauteil (14) radial außen umgebenden äußeren Bauteil (12), das zumindest radial innen aus Metall gefertigt ist, wobei das innere Bauteil (14) zumindest radial außen aus einem Material mit einem ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten ( $\alpha_i$ ) und das äußere Bauteil (12) zumindest radial innen aus einem Material mit einem zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten ( $\alpha_a$ ), der kleiner ist als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient ( $\alpha_i$ ), gefertigt ist, wobei das äußere Bauteil (12) radial innen mindestens eine, dem inneren Bauteil (14) zugewandte Innendurchmessererweiterung (22) besitzt, und wobei das innere Bauteil (14) einerseits mittels eines Presssitzes (52) und andererseits mittels eines Formschlusses (54), der durch ein wärmeinduziertes Fließen des inneren Bauteils (14) in die Innendurchmessererweiterung (22) des äußeren Bauteils (12) ausgebildet ist, an dem äußeren Bauteil (12) befestigt ist.
2. Ventil nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass das äußere Bauteil ein Ventilkörper (12) ist.
3. Ventil nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass der Ventilkörper einen inneren (50) und/oder einen äußeren (62) Ventilsitz aufweist.
4. Ventil nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (10) ein mit dem inneren Ventilsitz (50) zusammenwirkendes Ventilelement (40) umfasst.
5. Ventil nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass das Ventil (10) ein elastisches Element (42) um-

fasst, welches das Ventilelement (40) gegen den inneren Ventilsitz (50) vorspannt.

6. Ventil nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Bauteil ein Käfig (14) ist und das elastische Element (42) sich einerseits an dem Käfig (14) und andererseits an dem Ventilelement (40) abstützt.

7. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Innendurchmessererweiterung (22) zumindest abschnittsweise von Bereichen (24, 26) mit geringerem Innendurchmesser umgeben ist, um ein unbeabsichtigtes Lösen der formschlüssigen Verbindung zwischen innerem Bauteil (14) und äußerem Bauteil (12) zu verhindern.

8. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Innendurchmessererweiterung (22) eine in Richtung des Innenumfangs des äußeren Bauteils (12) verlaufende, bereichsweise ausgebildete oder vollständig umlaufende Nut (22) ist.

9. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Bauteil (14) und/oder das äußere Bauteil (12) in Umfangsrichtung eine geschlossene Kontur besitzen.

10. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Bauteil (14) und/oder das äußere Bauteil (12) im Wesentlichen zylindrisch oder ringförmig ausgebildet sind.

11. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Bauteil (14) und/oder das äußere Bauteil (12) einen im Wesentlichen kreisringförmigen Querschnitt besitzen.

12. Ventil nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass das innere Bauteil (14) koaxial zum äußeren Bauteil (12) angeordnet ist.

13. Verfahren zum Fertigen eines Ventils (10) durch Befestigen eines inneren Bauteils (14), das zumindest radial außen aus Kunststoff gefertigt ist, an einem das innere Bauteil (14) radial außen umgebenden äußeren Bauteil (12), das zumindest radial innen aus Metall gefertigt ist, wobei das innere Bauteil (14) zumindest radial außen aus einem Material mit einem ersten thermischen Ausdehnungskoeffizienten ( $\alpha_i$ ) und das äußere Bauteil (12) zumindest radial innen aus einem Material mit einem zweiten thermischen Ausdehnungskoeffizienten ( $\alpha_a$ ), der kleiner ist als der erste thermische Ausdehnungskoeffizient ( $\alpha_i$ ), gefertigt ist, und wobei das äußere Bauteil (12) radial innen mindestens eine, dem inneren Bauteil (14) zugewandte Innendurchmessererweiterung (22) besitzt, enthaltend:

Verbinden der beiden Bauteile (12, 14) durch Einpressen des inneren Bauteils (14) in das äußere Bauteil (12) zum Ausbilden eines Presssitzes (52); und

Ausbilden eines Formschlusses (54) durch Erwärmen der verbundenen Bauteile (12, 14) derart, dass das innere Bauteil (14) zumindest bereichsweise in die Innendurchmessererweiterung (22) des äußeren Bauteils (12) fließt.

14. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der beiden verbundenen Bauteile (12, 14) zum Ausbilden des Formschlusses (54) im Rahmen der Inbetriebnahme des Bauteilverbunds (10) erfolgt.

15. Verfahren nach Anspruch 14, dadurch gekennzeichnet, dass bei der Inbetriebnahme Temperaturen des Bauteilverbunds (10) von mehr als 70°C erreicht werden.

16. Verfahren nach Anspruch 13, dadurch gekennzeichnet, dass das Erwärmen der beiden verbundenen

Bauteile (12, 14) zum Ausbilden des Formschlusses (54) in einem separaten Erwärmungsschritt vor Inbetriebnahme des Bauteilverbunds (10) erfolgt.

17. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 16, dadurch gekennzeichnet, dass die Einpresskraft in Abhängigkeit von den Materialien der Bauteile (12, 14) derart gering gewählt wird, dass der Presssitz (52) beschädigungslos ausgebildet wird. 5

18. Verfahren nach einem der Ansprüche 13 bis 17, dadurch gekennzeichnet, dass die Einpresskraft in Abhängigkeit von den Materialien der beiden Bauteile (12, 14) derart hoch gewählt wird, dass in einem Temperaturbereich von unterhalb 80°C ein zuverlässiger Presssitz (52) gewährleistet wird. 10

19. Verfahren nach einem der Patentansprüche 13 bis 18, dadurch gekennzeichnet, dass das Material des inneren Bauteils (14) derart gewählt ist, dass das innere Bauteil (14) bei 70°C die Innendurchmessererweiterung (22) des äußeren Bauteils (12) zu füllen beginnt. 15

20. Verfahren nach einem der Patentansprüche 13 bis 19, dadurch gekennzeichnet, dass der Presssitz (52) und der Formschluss (54) derart ausgebildet werden, dass in einem Temperaturbereich von -40°C bis 125°C eine zuverlässige Verbindung zwischen dem inneren Bauteil (14) und dem äußeren Bauteil (12) gewährleistet wird. 20 25

---

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

---

30

35

40

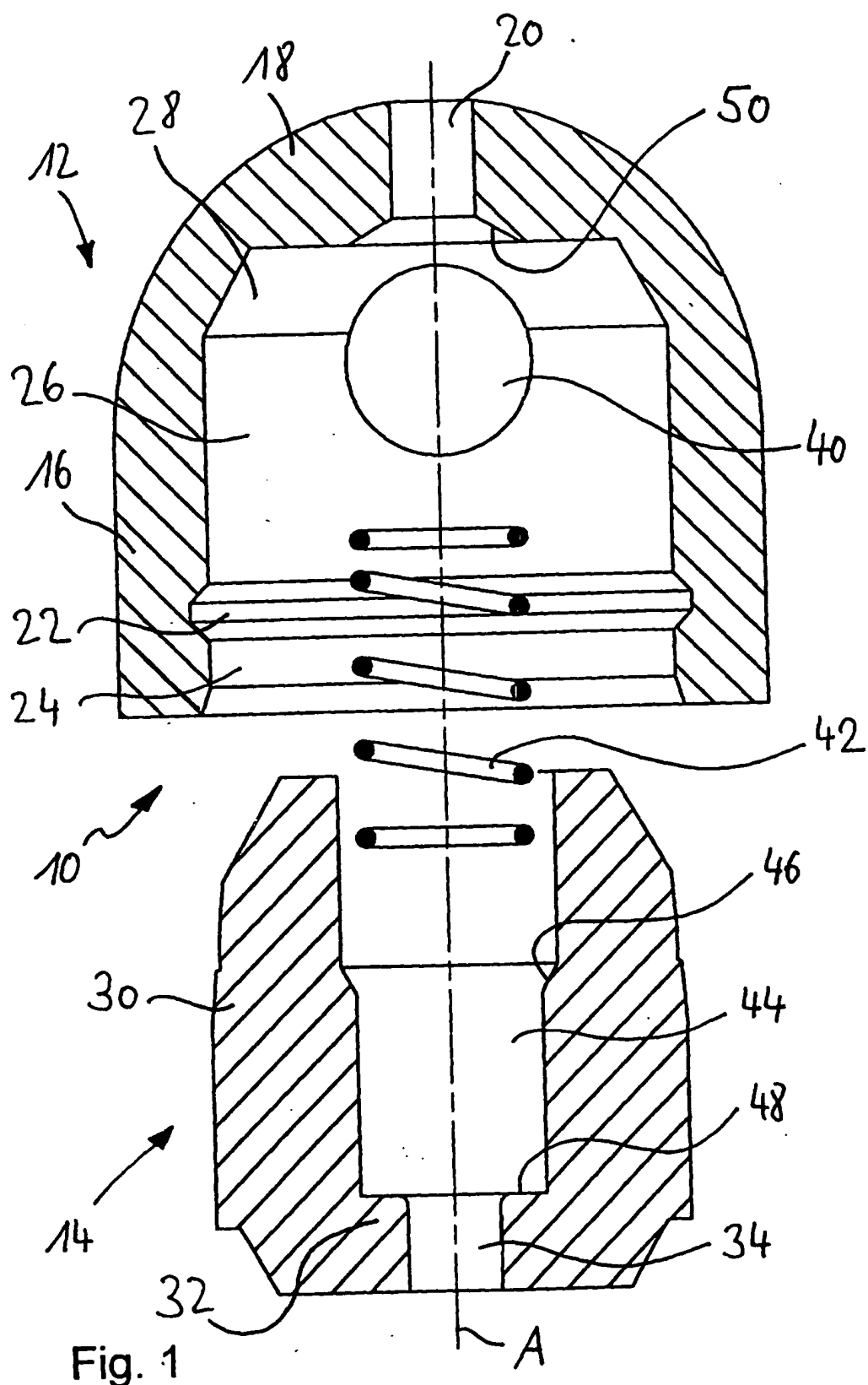
45

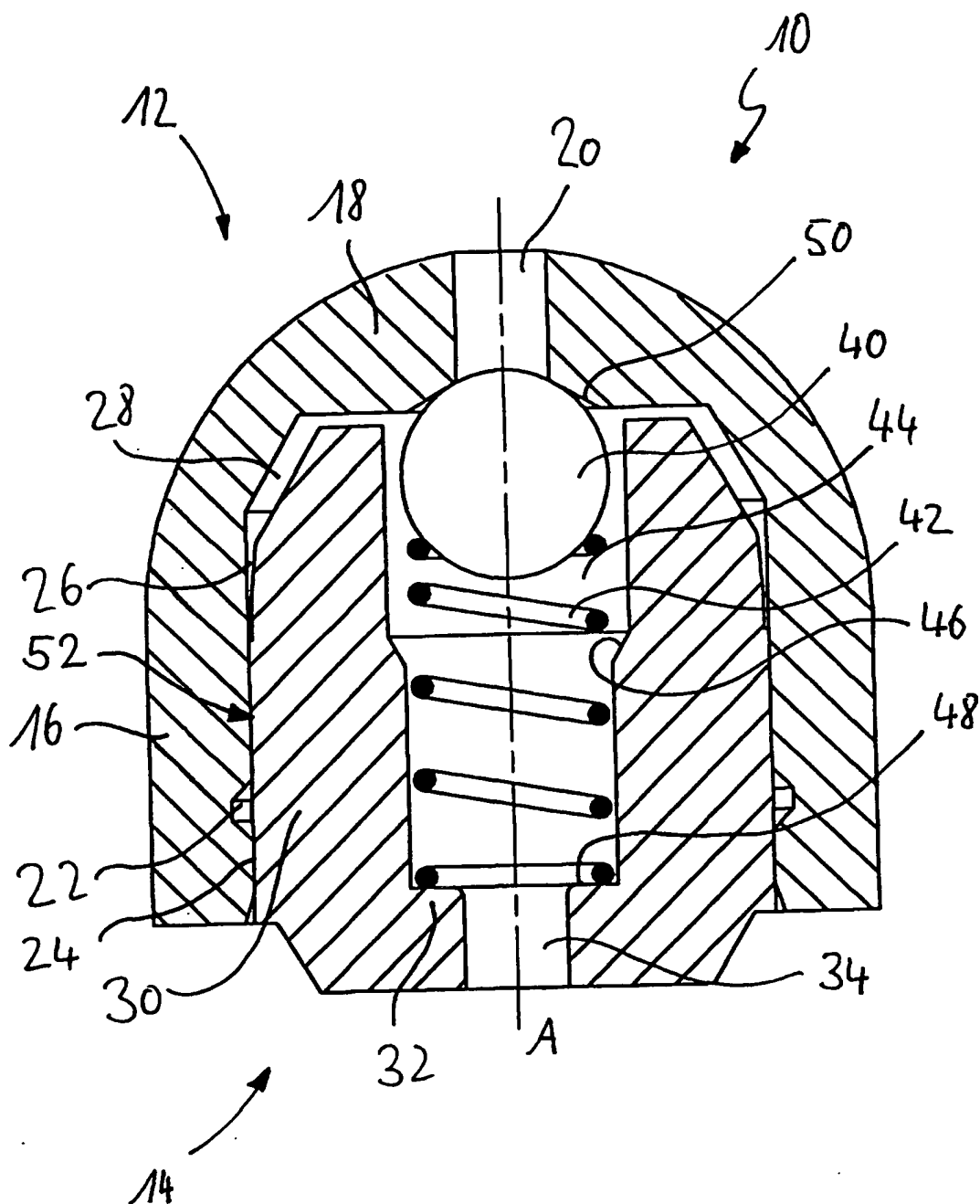
50

55

60

65





**Fig. 2**

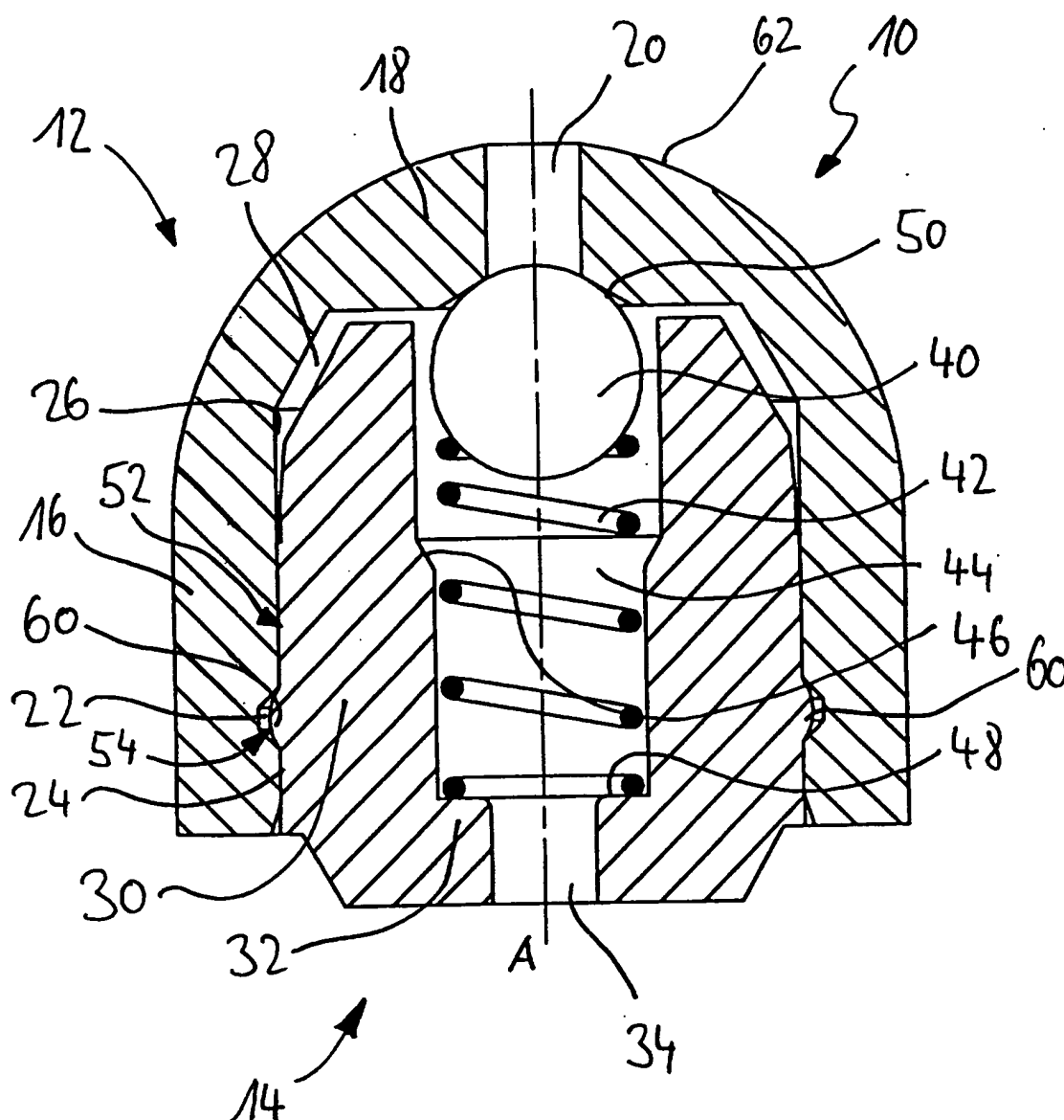


Fig. 3